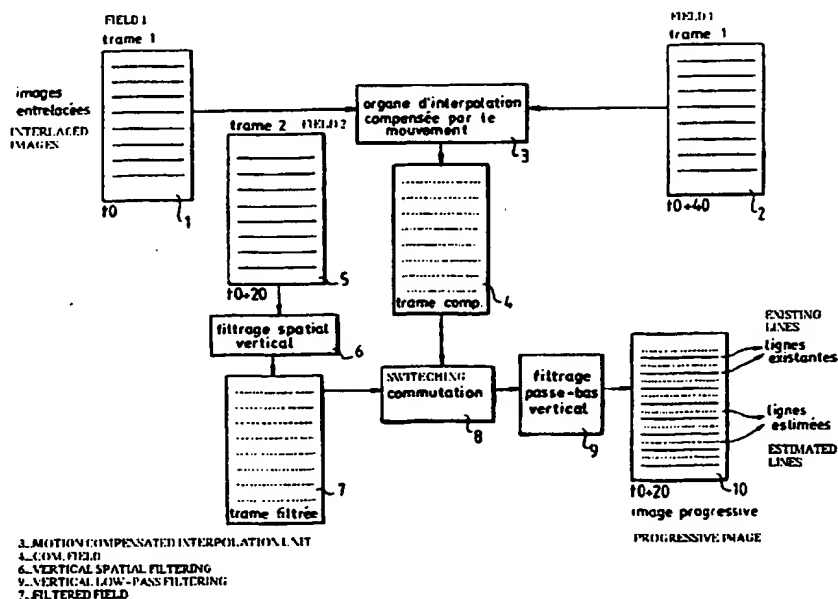


DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

<p>(51) Classification internationale des brevets ⁵ : H04N 5/44</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: WO 94/16522 (43) Date de publication internationale: 21 juillet 1994 (21.07.94)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR93/01243 (22) Date de dépôt international: 14 décembre 1993 (14.12.93) (30) Données relatives à la priorité: 92/15918 30 décembre 1992 (30.12.92) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): THOMSON-CSF [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008 Paris (FR). (72) Inventeurs: et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): SALMON, Philippe [FR/FR]; Thomson-CSF SCPI, Boîte postale 329, F-92402 Courbevoie Cédex (FR). CHUPEAU, Bertrand [FR/FR]; Thomson-CSF SCPI, Boîte postale 329, F-92402 Courbevoie Cédex (FR). (74) Représentant commun: THOMSON-CSF SCPI; Boîte postale 329, F-92402 Courbevoie Cédex (FR).</p>		<p>(81) Etats désignés: JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>

(54) Title: METHOD FOR DE-INTERLACING FIELDS OF A SEQUENCE OF MOVING IMAGES

(54) Titre: PROCEDE DE DESENTRELACEMENT DE TRAMES D'UNE SEQUENCE D'IMAGES ANIMEES



(57) Abstract

In the disclosed method, the fields are comprised of fields having a parity of a first type (1, 2) interlaced with fields of parity of a second type. The method comprises the interpolation of lines missing in the motion direction (3), linear vertical intra-field filtering (6), and switching between these two values (8) as a function of the confidence given to the motion vector. Application to high definition television.

(57) Abrégé

Dans ce procédé les trames sont composées de trames de parité d'un premier type (1, 2) entrelacées avec des trames de parité d'un deuxième type. Il consiste à interpoler les lignes manquantes dans la direction du mouvement (3) d'une part, par filtrage linéaire intra-trame vertical (6) d'autre part, et à commuter entre ces deux valeurs (8) en fonction de la confiance accordée au vecteur mouvement. Les applications vont à la télévision haute définition.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MR	Mauritanie
AU	Australie	GE	Géorgie	MW	Malawi
BB	Barbade	GN	Guinée	NE	Niger
BE	Belgique	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	HU	Hongrie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IT	Italie	PL	Pologne
BR	Brésil	JP	Japon	PT	Portugal
BY	Bélarus	KE	Kenya	RO	Roumanie
CA	Canada	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CF	République centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SK	Slovaquie
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	SN	Sénégal
CN	Chine	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LV	Lettonie	TG	Togo
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DE	Allemagne	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
DK	Danemark	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande	MN	Mongolie	UZ	Ouzbékistan
FR	France			VN	Viet Nam
GA	Gabon				

Procédé de désentrelacement de trames d'une séquence d'images animées

La présente invention concerne un procédé de désentrelacement de
5 trames d'une séquence d'images animées.

Elle s'applique notamment à la conversion de formats d'images de télévision.

Le format usuellement utilisé en télévision est dit à balayage "entrelacé", c'est-à-dire qu'alternativement une "trame" constituée seulement
10 des lignes paires ou des lignes impaires de l'image est transmise au lieu de l'image entière. Cette diminution par deux de la quantité d'informations à transmettre a lieu cependant au détriment de la qualité des images, et ceci est d'autant plus sensible lorsqu'il s'agit d'images animées. L'invention réside en un procédé de conversion du format de balayage "entrelacé" vers
15 le format naturel dit "progressif" ou "séquentiel" où la totalité des lignes est présente à chaque image. L'objectif visé est de reconstruire à partir d'une séquence d'images sources entrelacées une séquence d'images progressives de qualité visuelle aussi proche que possible de ce que peut être une séquence d'images sources progressives idéale, n'ayant jamais été entrelacée.
20

Les techniques de reconstruction existantes peuvent être classées en quatre catégories suivant qu'elles font appel à des filtrages linéaires, adaptées en mouvement, non-linéaires non-compensées en mouvement ou compensées en mouvement. Parmi les techniques de filtrage linéaire, le filtrage
25 temporel pur inter-trames est idéal pour les séquences à très faible mouvement, mais il produit rapidement des artefacts très visibles dès que la scène s'anime, essentiellement aux contours des objets en mouvement qui ont tendance à se dédoubler (fantômes d'objets). Le filtrage linéaire pur intra-trame (ou vertical) ne produit jamais d'artefacts aussi gênants et est donc
30 choisi de préférence pour les séquences en mouvement important mais en revanche la résolution de l'image ainsi désentrelacée reste limitée par principe et certains effets de repliement spectral (phénomène de marches d'escalier" sur les contours diagonaux) sont insuppressibles. De fait un compromis linéaire spatio-temporel ne peut que cumuler les défauts des deux
35 types de filtrage. Le filtrage adapté au mouvement consiste à basculer entre divers modes de filtrage linéaire à l'intérieur d'une même image en fonction

du mouvement en optant pour un filtrage temporel pur pour les faibles mouvements, un filtrage spatial pur pour les mouvements élevés et un filtrage spatio-temporel pour les mouvements intermédiaires. Indépendamment des problèmes de visibilité de commutation entre les divers modes, les problèmes intrinsèques du filtrage linéaire pour les séquences en mouvement ne sont pas résolus.

De nombreuses techniques de filtrage non-linéaires ont été proposées, parmi lesquelles les plus connues sont fondées sur le principe du filtrage médian, pour améliorer le désentrelacement sans estimer le mouvement dans la scène représentée. Mais les résultats obtenus restent assez médiocres. Il est communément admis que seules des techniques compensées en mouvement, c'est-à-dire allant chercher l'information manquante dans les images adjacentes, précédentes et suivantes, dans la direction du mouvement des objets de la scène, permettent des conversions de formats spatio-temporels sans dégradation. Il apparaît en effet que seule une connaissance précise du mouvement peut permettre d'adapter les conversions au spectre spatio-temporel des images animées. Plusieurs approches allant dans ce sens, fondées sur une compensation du mouvement sont connues, essentiellement dans les publications faites dans le cadre du projet européen RACE II "Transit". Mais le problème majeur qui n'est pas encore résolu est celui du contrôle d'un mode de repli, rendu nécessaire par les inévitables erreurs d'estimation du mouvement inter-images.

Le but de l'invention est de pallier les inconvénients précités.

A cet effet l'invention a pour objet un procédé de désentrelacement de trames d'une séquence d'images animées composées de trames de parité d'un premier type entrelacées avec des trames de parité d'un deuxième type caractérisé en ce qu'il consiste à estimer le mouvement entre trames de même parité, en étiquetant les pixels "normal", "occluant" ou "découvert" et à projeter le mouvement des pixels étiquetés "normal" ou "occluant" dans leur direction pour obtenir le mouvement à mi-distance, à affecter pour chaque point à construire des lignes manquantes un vecteur doublé d'un indicateur de validité, à interpoler les pixels des lignes manquantes dans la direction du mouvement projeté et par filtrage linéaire intra-trame vertical, et à commuter entre ces deux valeurs à l'aide de l'indicateur de validité et des étiquettes "découvert".

L'invention a pour principal avantage qu'elle peut être appliquée efficacement à tout dispositif de télévision numérique comportant une conversion de formats de balayage entrelacé vers un balayage progressif.

En télévision conventionnelle le format entrelacé suit la recommandation 601 du CCIR (norme "4:2:2", 625 lignes à 50 Hz ou 525 lignes à 60 Hz, rapport 4/3). L'approche européenne vers la TVHD a fixé un certain nombre de sigles pour d'autres formats :

- EDI (Enhanced Definition Interlaced) : 625 lignes, entrelacé, 16/9
- EDP (Enhanced Definition Progressive) : 625 lignes, progressif, 16/9
- 10 - HDI (High Definition Interlaced) : 1250 lignes, entrelacé, 16/9
- HDP (High Definition Progressive) : 1250 lignes, progressif, 16/9

Les conversions EDI vers EDP et HDI vers HDP sont de simples désentrelacements et peuvent être des applications directes du procédé selon l'invention. Mais d'autres dispositifs de conversion peuvent également faire appel au procédé de désentrelacement selon l'invention au sein d'une chaîne plus complexe de traitements. Il peut en être ainsi par exemple de la conversion 4:2:2 vers EDP qui fait appel à un désentrelacement et une conversion de rapport d'image 4/3 vers 16/9 ; de la "upconversion" temporelle 50 Hz HDI vers 100 Hz HDI qui peut être effectuée en cascasant un désentrelacement de qualité et la génération de deux trames entrelacées à partir d'une image HDP intermédiaire, la qualité d'image ainsi obtenue étant ainsi largement supérieure à la classique répétition de trames dite AABB et enfin de la génération de ralenti d'images obtenue par répétition d'images bien désentrelacées suivie d'un réentrelacement de la séquence ainsi ralentie, qui donne une bien meilleure qualité visuelle que la classique répétition de trames entrelacées.

Ces conversions de formats d'images de télévision ont toutes pour but d'améliorer la qualité de l'image proposée au spectateur. Les dispositifs correspondants peuvent être envisagées dans un environnement professionnel (studio de télévision) où une très bonne qualité d'image est exigée. Elles peuvent être également envisagées dans un environnement "consommateur" (récepteur) où le facteur limitant est l'intégration à faibles coûts de dispositifs complexes d'estimation de mouvement.

Les dispositifs de conversion de haute qualité de l'image vidéo vers un support film qui requièrent un désentrelacement performant peuvent

également mettre en oeuvre le procédé selon l'invention. Une telle conversion est en effet constituée des étapes suivantes : conversion HDI/HDP, réduction de bruit, conversion temporelle 50 Hz vers 25 Hz (la cadence film est de 24 images/s) impression sur la pellicule.

5 Le procédé selon l'invention peut également trouver une application aux dispositifs de conversion d'images des formats vidéo numériques entrelacés vers les formats d'affichages sur les écrans de stations de travail informatiques (qui sont tous à balayage progressif) ainsi qu'à la majorité des procédés de traitement de séquences d'images animées qui traitent de
10 façon beaucoup plus performante et plus simplement une séquence progressive qu'une séquence entrelacée. Mais un désentrelacement de qualité en tête, suivi d'un traitement dans le cadre progressif est alors souhaitable. Ce peut être le cas par exemple de la compression d'image par les techniques de codage en sous-bandes ou celui de toutes les conversions de fréquence image (telle la conversion de standards 50 Hz/60 HZ).
15

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard des figures annexées qui représentent :

- 20 - La figure 1 une séquence d'images au format entrelacé en opposition avec une séquence d'images au format séquentiel ou progressif.
- La figure 2 le procédé selon l'invention sous la forme d'un schéma synoptique globale.
- La figure 3 le processus d'interpolation par filtrage passe-bas vertical mis en oeuvre dans le procédé selon l'invention pour estimer les lignes
25 d'une image progressive.
- La figure 4 le mode d'interpolation compensé par le mouvement ,mis en oeuvre pour estimer les lignes d'une image progressive.
- La figure 5 un schéma illustrant une construction selon le procédé de l'invention d'une trame manquante pour obtenir une image progressive
30 entre deux trames consécutives de même parité.
- La figure 6 une grille de projection de vecteurs mouvements définie d'images sources.
- La figure 7 des exemples de vecteurs mouvements et de leurs équivalents projetés.
- 35 - La figure 8 un exemple de construction d'une image désentrelacée.

- La figure 9 un exemple de réalisation d'un post filtrage passe-bas vertical.

Dans l'exemple qui est représenté à la figure 1 la séquence d'images entrelacées est figurée dans la partie supérieure du schéma par la suite de trames impaires, désignées par "trame 1", entrelacées avec des trames paires, désignées par "trame 2". Dans cette enchaînement les trames impaires et paires se suivent avec une récurrence de 40 ms. Elles sont figurées pour les trames impaires aux instants t_0 et $t_0 + 40$ et elles sont figurées pour les trames paires aux instants $t_0 + 20$ et $t_0 + 60$. La séquence d'images progressives est figurée dans la partie inférieure du schéma par une suite d'images désignées par "image 1", "image 2", "image 3" et "image 4" en correspondance respectivement sur le schéma avec les trames de la partie supérieure. Le procédé selon l'invention permet, à partir d'une séquence d'images au format entrelacé, qui ne présente que la moitié des lignes totales à chaque instant d'image en étant formé alternativement de lignes paires et impaires ; d'interpoler les lignes manquantes, de façon à obtenir la séquence correspondante au bas du schéma au format séquentiel ou progressif de la meilleure qualité possible.

Le désentrelacement selon l'invention a lieu, de la façon représentée à la figure 2, selon deux modes opératoires. L'un principal met en oeuvre une compensation de mouvement, l'autre qui sert de mode de repli, met en oeuvre un simple filtrage linéaire vertical intra-trame. Suivant le mode principal, les images entrelacées définies par les trames impaires aux instants marqués t_0 et $t_0 + 40$ ms et portant les références 1 et 2 sur la figure 2 sont appliquées à un organe d'interpolation 3 qui est compensé en mouvement. Ce dernier fournit une trame fictive 4 compensée en mouvement estimée à l'instant $t_0 + 20$ ms.

Dans le mode de repli chaque trame paire d'un instant $t_0 + 20$ ms et portant la référence 5 sur la figure 2, est filtrée par un filtre spatial vertical 6 réalisé de la manière représentée à la figure 3 en appliquant des coefficients de pondération sur chaque pixel homologue du point courant sur un nombre déterminé de lignes au-dessus et en-dessous du point courant. Sur la figure 3 le point courant à estimer est dispersé au croisement d'une colonne c et d'une ligne l. Les points considérés sur les lignes situées de part et d'autre du point courant sont déposés au croisement de la colonne c passant par le

point le courant et des lignes $l-5$, $l-1$, $l+1$, $l+3$ et $l+5$. Le filtrage est obtenu en appliquant par exemple au signal de luminance de chacun des points considérés des coefficients de pondération (3, -25, 150, 150, -25, 3). L'estimation du signal de luminance $i_m(l, c)$ du point courant, est le résultat de la somme pondérée des signaux de luminance ($i_m(l-5, c)$... $i_m(l+5, c)$) des points situés de part et d'autre du point courant sur la même colonne divisée par un coefficient de valeur déterminée égale à 256 par exemple. Cette opération de filtrage est décrite par la relation :

$$i_m(l, c) = (150*((i_m(l-1, c) + i_m(l+1, c)) - 25*((i_m(l-3, c) + i_m(l+3, c)) + 3*((i_m(l-5, c) + i_m(l+5, c)))/256.$$

Dans le mode compensé en mouvement qui est représenté par la schéma de la figure 4 où les éléments homologues à ceux de la figure 2 sont représentés avec les mêmes références, les séquences de champs de vecteurs mouvement, décrivant le mouvement en X et en Y entre trames sources de même parité (distances de 40 ms), sont utilisées. Ces vecteurs sont définis en chaque pixel des trames sources et leur précision de déplacement est au demi-pixel. Dans les blocs 11 et 12 le champ de vecteurs mouvement défini entre les trames sources aux instants t et $t + 40\text{ms}$ est utilisé pour construire la trame manquante dans l'image progressive à l'instant $t + 20\text{ms}$. L'assignation des vecteurs, définis sur la trame source de l'instant $t + 40\text{ms}$, à la trame manquante de l'image à l'instant $t + 20\text{ms}$ est obtenue par projection temporelle du champ dans sa direction de la manière représentée par les blocs 13 à 23 de la figure 5. Cette projection ne peut avoir lieu cependant que sous certaines conditions pour tenir compte du fait qu'il est préférable de ne pas utiliser les vecteurs correspondant à des parties de la scène présentes à l'instant $t + 40\text{ms}$ mais absentes à l'instant t , car ayant été entre temps découvertes par des objets en premier plan qui les masquaient auparavant. Les vecteurs estimés par mise en correspondance des points images des instants t et $t + 40\text{ms}$ ne peuvent par principe représenter correctement le mouvement dans ces zones particulières. La méthode de projection temporelle mise en oeuvre dans le bloc 19 est celle décrite dans la demande de brevet FR 2 675 002. Elle associe aux champs de vecteurs des images d'étiquettes (ou "labels" 22, 23) décrivant les occlusions et les zones découvertes de l'image. Une image des labels est construite par pro-

jection temporelle du mouvement précédent des instants $(t - 40, t)$, (pour la trame identique). Cette image de labels courant est composée de trois niveaux :

- un niveau de vecteurs "normaux"
- 5 - un niveau de vecteurs "occluants" : appartenant à des objets masquant une partie de la scène entre les instants t et $t + 40$ ms
- et un niveau de vecteurs "découverts" : appartenant à des parties de la scène découvertes entre t et $t + 40$ ms.

La projection du mouvement correspondant à l'instant $(t + 20)$ est réalisée à partir de l'image mouvement obtenue à partir des instant $(t$ et $t + 40)$ et de l'image de labels courants. La projection des vecteurs mouvement le long de leur trajectoire sur la trame milieu a lieu par une division par 2 de leurs composantes de déplacement en X et en Y : le vecteur déplacement de composantes (dX, dY) assigné au point (X, Y) de la trame à l'instant 15 $t + 40$ est projeté au point $(X - dX/2, Y - dY/2)$ de la trame d'instant $t + 20$. Comme le mouvement est estimé avec une précision du demi-pixel dans les trames sources, la projection obtenue a une précision du 1/4 de pixel. Elle a lieu de la manière représentée à la figure 6 sur une grille de définition 4 fois plus grande en X et en Y que l'image mouvement d'origine. Comme il peut y 20 avoir plusieurs vecteurs aboutissant à la même projection et comme certains points peuvent ne pas avoir de vecteurs projetés, une image ternaire de validité du mouvement est générée parallèlement à la projection. Cette image comporte un indicateur 0 pour signaler l'absence de vecteur projeté, un indicateur 1 pour signaler la présence d'un vecteur fiable projeté au point 25 à interpoler, et un indicateur pour signaler la présence d'un vecteur peu fiable. Cette image a la même taille qu'une des images du mouvement projeté et elle est initialisée à 0 (absence de projection en ce point). L'indicateur est placé à 1 lors de la projection d'un premier vecteur (mouvement valide en ce point). Une gestion des conflits est à mettre en oeuvre pour la projection 30 éventuelle d'autres vecteurs en ce même point. Lors de la projection, un seul vecteur projeté par pixel est autorisé. En cas de conflit, 2 cas peuvent se présenter suivant que les vecteurs sont similaires ou différents.

Si les vecteur sont des vecteurs similaires, c'est le vecteur qui rend minimale la différence inter-image déplacée DFD initiale qui est conservée. 35 L'indicateur reste alors dans l'état 1 en ce point. Si les vecteurs sont totale-

ment différents, l'indicateur de validité est placé dans l'état 2 en ce point. Le test de similitude est calculée par les relation

$$\text{écart} = \text{sqrt}(\text{ex} \cdot \text{ex} + \text{ey} \cdot \text{ey})$$

avec $\text{ex} = \text{vx1} - \text{vx2}$ et $\text{ey} = \text{vy1} - \text{vy2}$,

- 5 vx1 , vx2 , vy1 , vy2 représentant les différents vecteurs mouvement candidats si "écart" est plus grand qu'une valeur de seuil déterminée, égale à 3 par exemple, les vecteurs sont déclarés différents et le mouvement est déclaré invalide.

- En fin de projection, un balayage de l'image des vecteurs projetés est
10 effectué pour forcer dans l'état 2 l'indicateur de validité dans le cas où il existe des vecteurs non similaires dans un bloc de dimensions déterminées 3*3 par exemple, centré sur le point à tester. Le test de similitude est le même que ci-dessus, mais cette fois une valeur de seuil supérieure, égale à 4 par exemple est utilisée pour le paramètre seuil. Ceci permet d'obtenir en
15 fin de projection, sur une grille 4 fois plus grande en X et en Y, de 0 ou 1 vecteur projeté et d'un indicateur de validité positionné à 0, 1 ou 2. La figure 7 présente des exemples de vecteurs mouvement et leurs équivalents projetés dans la grille comportant 8 colonnes et 4 lignes.

- La reconstruction de la trame manquante à l'instant $t + 20$ s'effectue à
20 partir des trames des instants t et $t + 40$ et du champ de mouvement entre les instants t et $t + 40$ projeté pour obtenir le champ de mouvement dans la trame de l'instant $t + 20$ de la manière représentée à la figure 8 où les éléments homologues à ceux de la figure 2 sont représentés avec les mêmes références. Le champ de mouvement projeté à l'instant $t_0 + 20$ est mémorisé
25 dans le bloc 24 de la figure 8. Pour chaque vecteur déplacement de composante horizontale DX et verticale DY d'un vecteur projeté en un point (X, Y) de la trame d'instant $t_0 + 20$ à créer, la valeur interpolée correspondante de luminance et de chrominance est obtenue en calculant la moyenne des valeurs trouvées aux points de coordonnées $\left(X + \frac{\text{DX}}{2}, Y + \frac{\text{DY}}{2}\right)$ dans la
30 trame source de l'instant $t_0 + 40$ et au point de coordonnées $\left(X - \frac{\text{DX}}{2}, Y - \frac{\text{DY}}{2}\right)$ dans la trame source à l'instant t_0 .

Pour chaque point à estimer il faut regarder à l'intérieur d'une fenêtre de ± 2 pixels en X et en Y par exemple centrée autour du point, s'il existe un ou plusieurs vecteurs projetés. Quatre possibilités peuvent se présenter. S'il

n'y a aucun vecteur projeté dans l'environnement, le point interpolé est calculé avec un vecteur nul et l'indicateur de validité est placé à l'état 0.

S'il n'y a qu'un seul vecteur dans l'environnement consulté et qu'il n'y a aucun mouvement invalide dans l'environnement du point, un point
5 reconstruit est calculé à l'aide de ce vecteur et l'indicateur de validité est placé dans l'état 1 pour ce point.

S'il y a plusieurs vecteurs disponibles et qu'il n'existe aucun point de mouvement invalide dans l'environnement, une sélection a lieu par un test de leur différence inter image déplacée DFD et l'indicateur de validité est
10 maintenu à l'état 1 en ce point.

S'il y a un ou plusieurs vecteurs mouvements invalides dans l'environnement, l'indicateur de validité est forcé pour prendre l'état 2 en ce point.

Sur la figure 8 les indicateurs de validité sont mémorisés dans le bloc 25 et le choix des vecteurs est effectué par le bloc 26, qui transmet les vecteurs au bloc d'interpolation 3. Cette disposition permet de disposer d'une
15 trame interpolée dans la direction du mouvement doublée d'une image ternaire d'indicateur de validité du vecteur utilisé. Comme sur la figure 2, un filtrage vertical 6 effectué sur une trame vraie à un instant $t_0 + 20$ et un bloc d'interpolation 3 permettent de disposer de deux pseudo trames interpolées
20 respectivement représentées par les blocs 7 et 4. Le choix entre ces deux pseudo trames est effectué pour chaque pixel par le bloc de commutation 8. Globalement, la pseudo trame interpolée compensée par le mouvement est de meilleure qualité sur la majeure partie de la trame que la pseudo trame issue du filtrage vertical qui dispose d'une qualité moindre mais qui présente
25 cependant l'avantage d'être homogène sur toute la trame en ne présentant pas de disparité locale. La pseudo trame filtrée verticale 7 représente le mode de repli nécessaire aux défaillances de la pseudo trame compensée. L'expérience montre que le mode spatial est préférable au mode compensé dans les zones litigieuses où les vecteurs mouvements trouvés s'avèrent
30 être faux. Le défaut introduit dans ce cas apparaît beaucoup plus visible qu'en utilisant le mode de repli car il donne en général des zones striées liées à l'alternance lignes de la trame vraie et une mauvaise estimation dans les lignes de la trame compensée. De plus les défauts dus à une mauvaise compensation sont d'autant plus visibles que l'amélioration apportée à

l'image en général met en relief des défauts résiduels de façon plus criarde encore.

Aussi pour marier la trame vraie 5 de l'instant $t_0 + 20$ avec une pseudo trame des modes "compensé ou spatial" le bloc de commutation 8 initialise une pseudo trame résultat 27 par une pseudo trame 28 issue du mode compensé, et il effectue des basculements dans le mode spatial pour les pixels qui suivent lorsque l'indicateur de validité correspondant dans le bloc 25 est dans l'état 0 (pas de vecteur), ou lorsque l'indicateur de validité du bloc 25 est dans l'état 2 indiquant que le vecteur est peu fiable, en élargissant dans ce cas le passage en mode spatial aux pixels adjacents en ligne et colonne, ou que le point courant se trouve dans une zone à majorité découverte dans l'image des labels 23 associée à la trame source à l'instant $t + 40$ et l'image des labels 22 associée à la trame source de l'instant $t_0 + 20$.

Cette mesure a lieu par simple comptage de pixels dans un bloc de dimension déterminée, 5×5 par exemple, centré sur le point courant. Le pixel est alors forcé dans le mode spatial si sur l'une ou l'autre des images labels courante et précédente il y a un nombre déterminé de pixels, 7 par exemple sur les 25 possibles de l'exemple classés en zones découvertes dans le bloc.

Enfin, comme représenté à la figure 9 un filtrage haute fréquence 29 est effectué sur les lignes de l'image progressive 27 obtenue, afin d'atténuer les effets dus à des hautes fréquences. Ce filtrage est réalisé par un filtre passe bas vertical sur les images entrelacées. Sur la figure 9 les coefficients utilisant ce filtrage ont respectivement les valeurs

$(-4, 8, 25, -123, 230, 728, 230, -123, 25, 8, -4)/1000$

Ce filtrage permet d'atténuer l'effet de peigne qui peut apparaître sur certaines séquences.

REVENDICATIONS

1. Procédé de désentrelacement de trames d'une séquence d'images animées composées de trames de parité d'un premier type (1, 2) entrelacées
5 avec des trames de parité d'un deuxième type (5) caractérisé en ce qu'il consiste à estimer le mouvement entre trames de même parité, en étiquetant les pixels "normal", "occluant" ou "découvert" (23) et à projeter (4) le mouvement des pixels étiquetés "normal" ou "occluant" dans leur direction pour obtenir le mouvement à mi-distance, à affecter pour chaque point à
10 construire des lignes manquantes un vecteur doublé d'un indicateur de validité (25), à interpoler les pixels des lignes manquantes dans la direction du mouvement projeté et par filtrage linéaire intra-trame vertical, et à commuter (8) entre ces deux valeurs à l'aide de l'indicateur de validité et des étiquettes "découvert".
- 15 2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il consiste à choisir pour chaque pixel à reconstruire entre la valeur interpolée dans la direction du mouvement projeté (4) et la valeur issue d'un filtrage linéaire vertical intra-trame (7), en fonction de l'indicateur de validité (25) et de l'étiquetage des pixels (22, 23).
- 20 3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2 caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer un filtrage haute fréquence (29) sur l'image entière progressive obtenue.

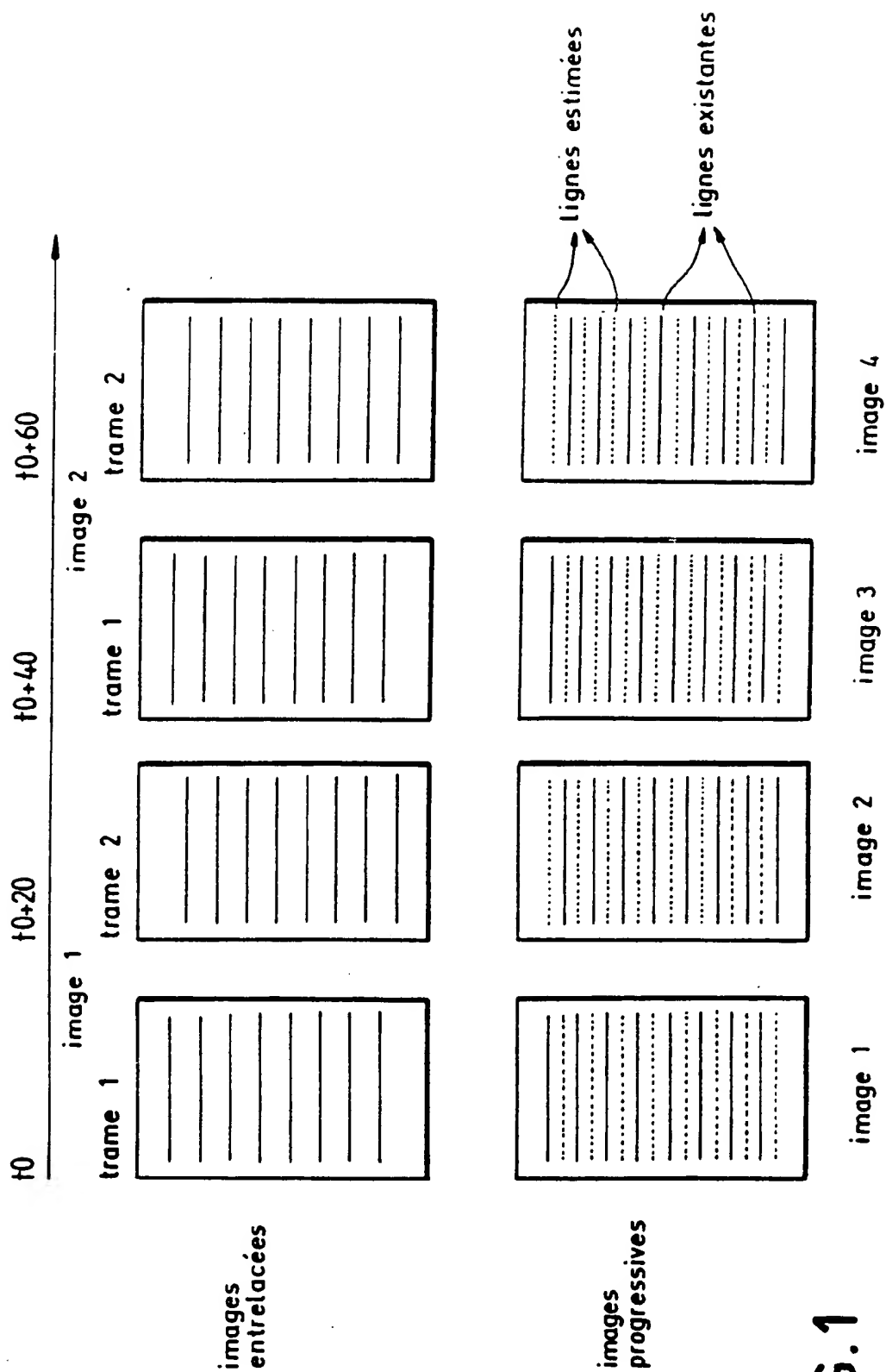


FIG.1

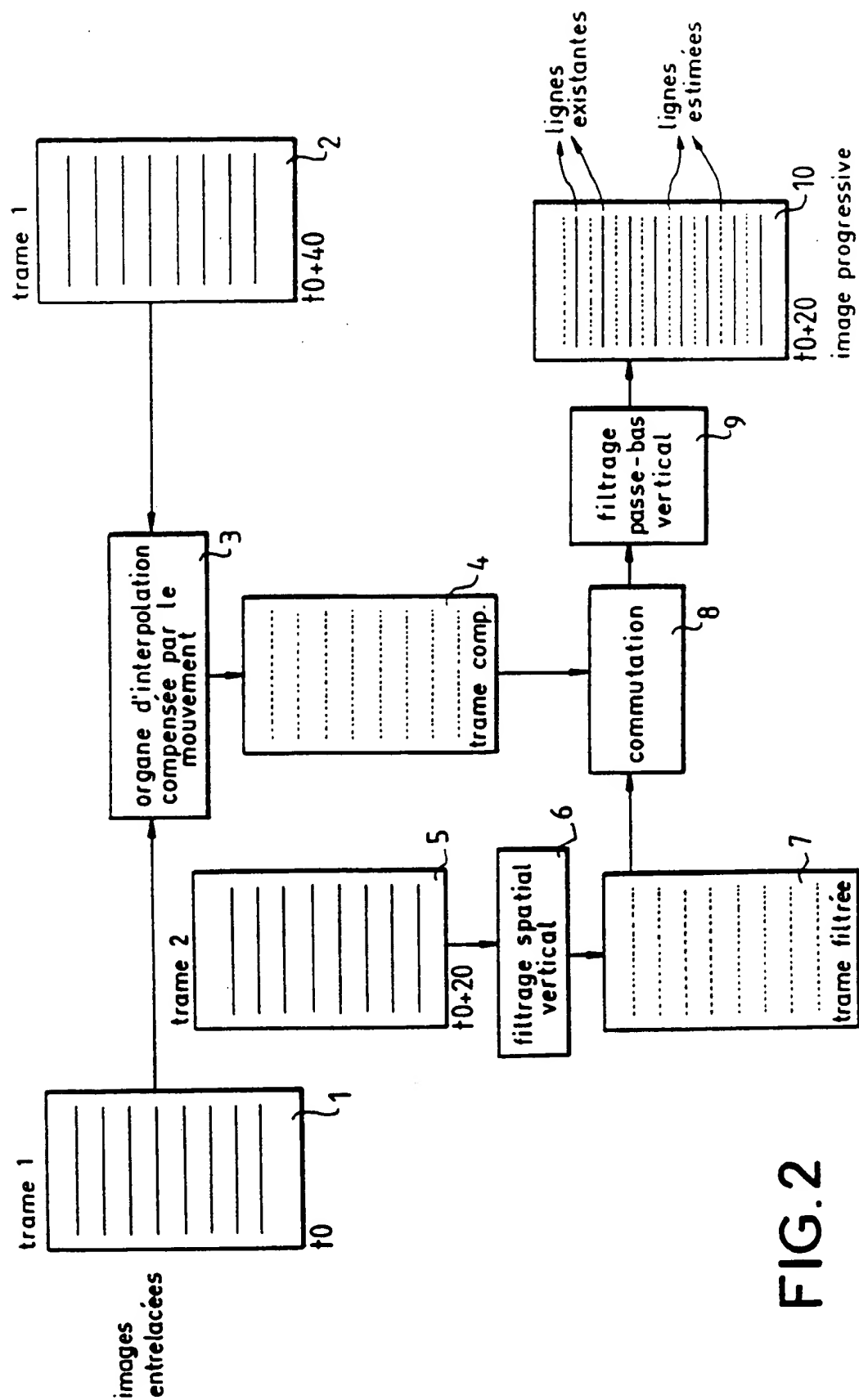


FIG.2

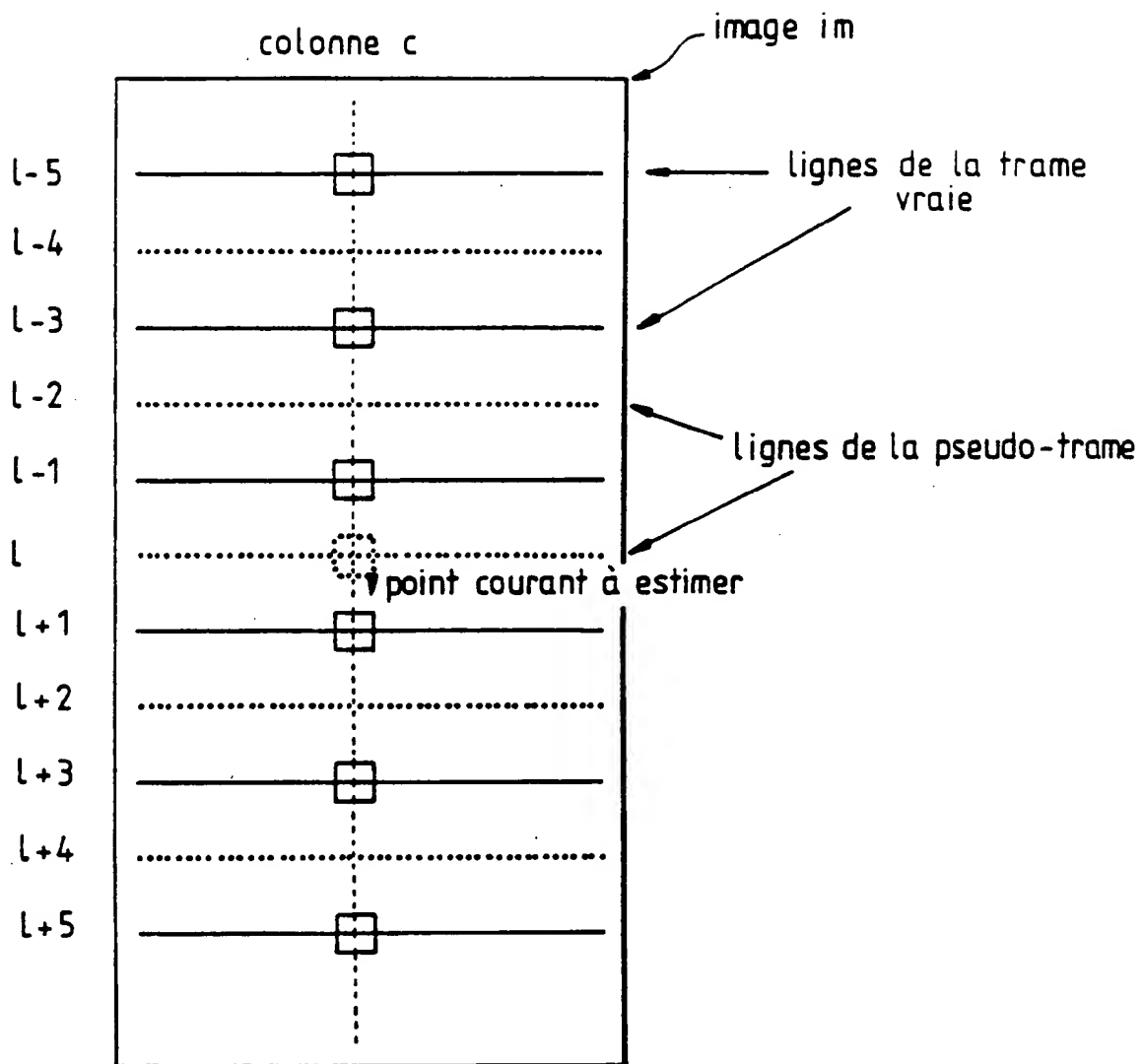


FIG. 3

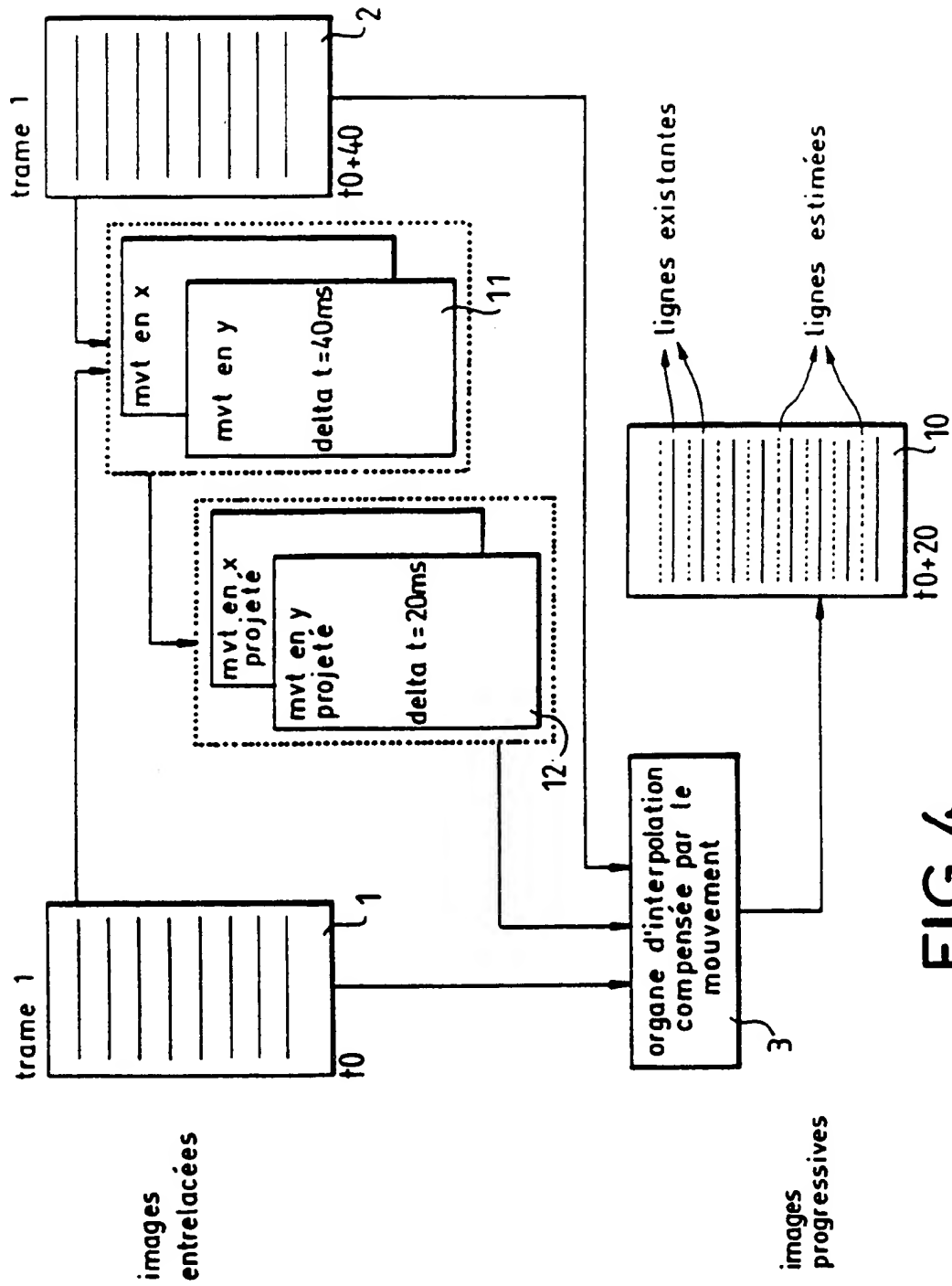


FIG.4

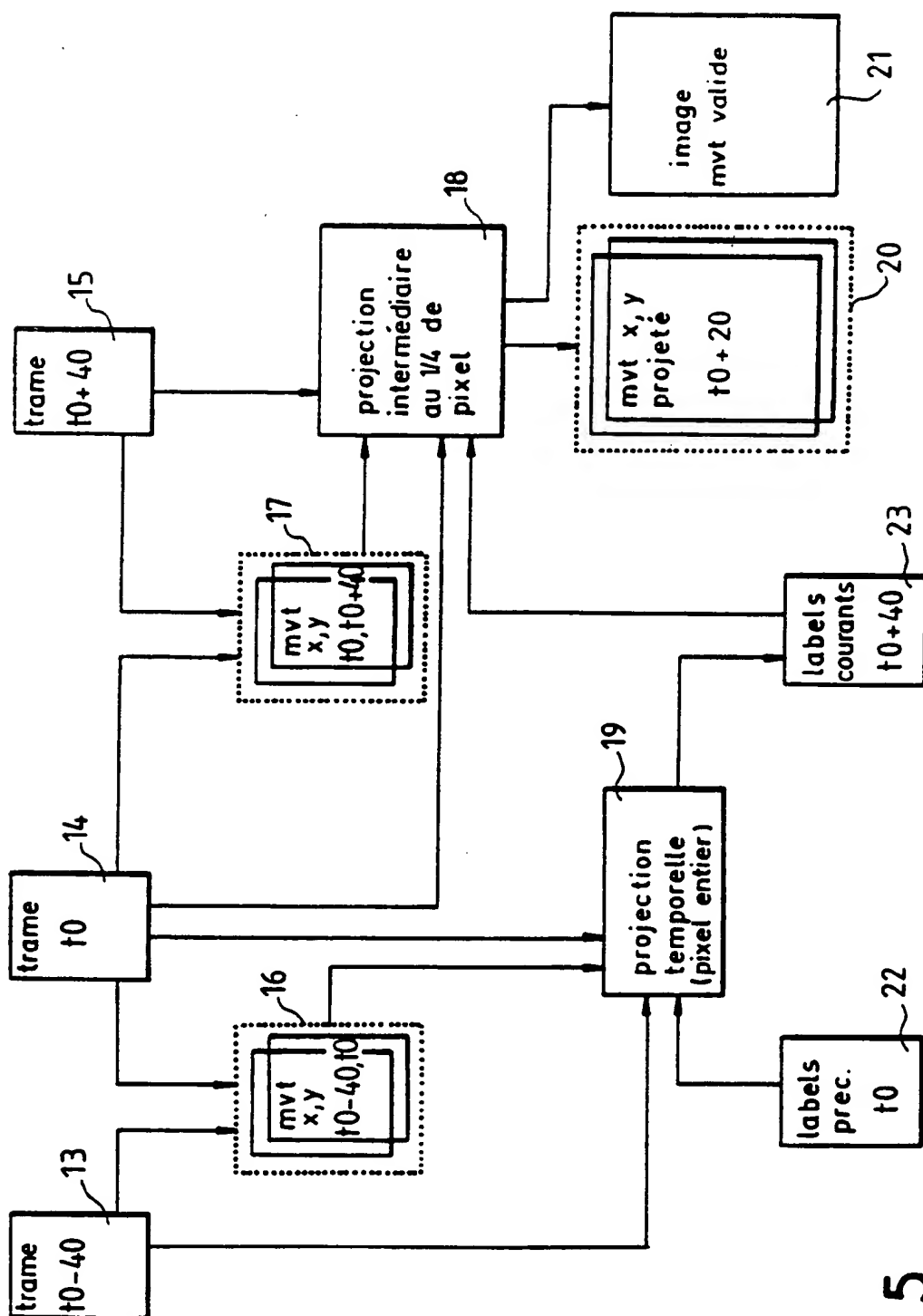
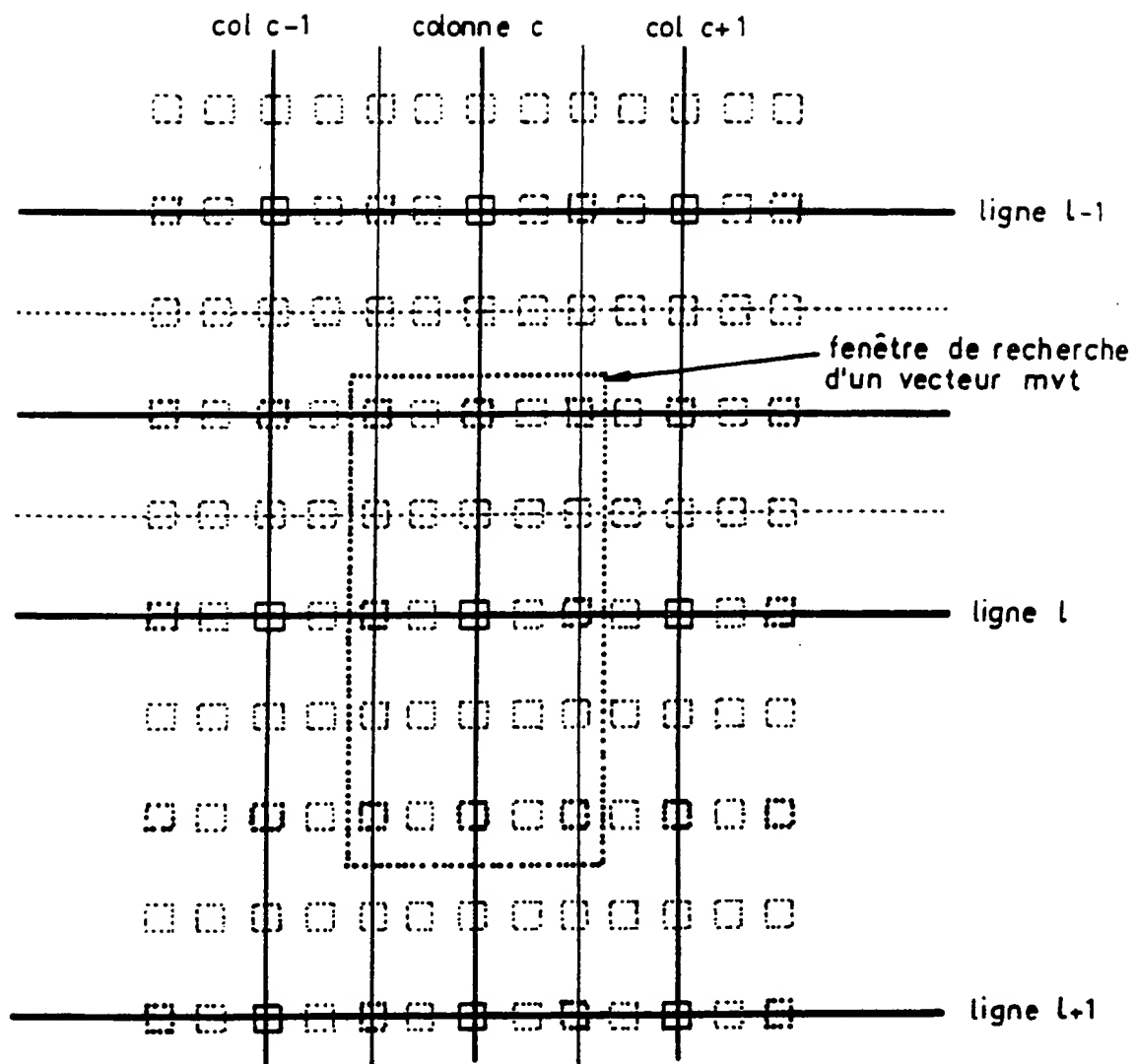


FIG.5



- point correspondant au pixel entier dans la trame = point à estimer
- ▣ point correspondant au 1/2 pixel dans la trame
- ⊠ point correspondant au 1/4 de pixel dans la trame = point de projection du mouvement

FIG.6

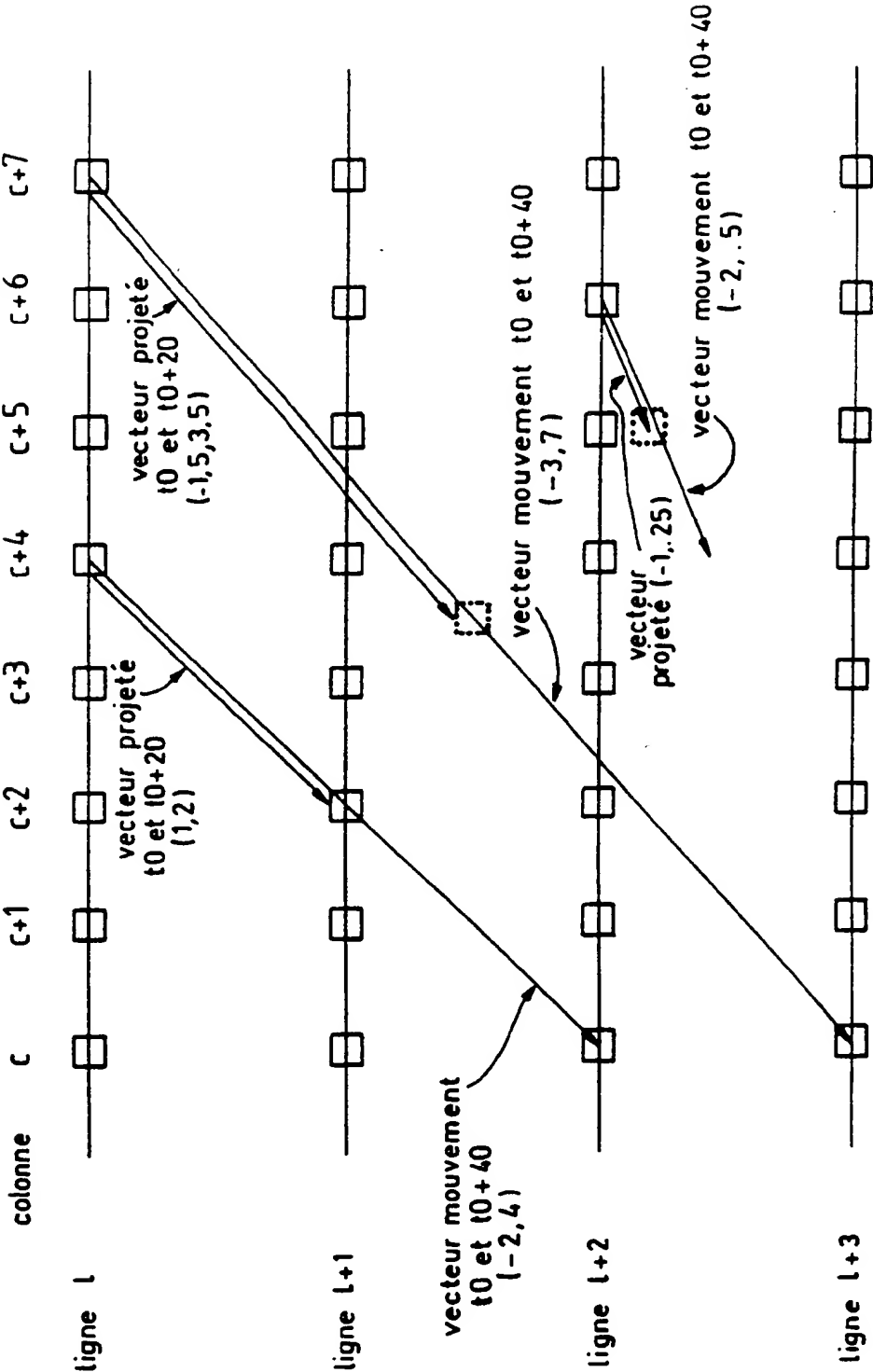


FIG.7

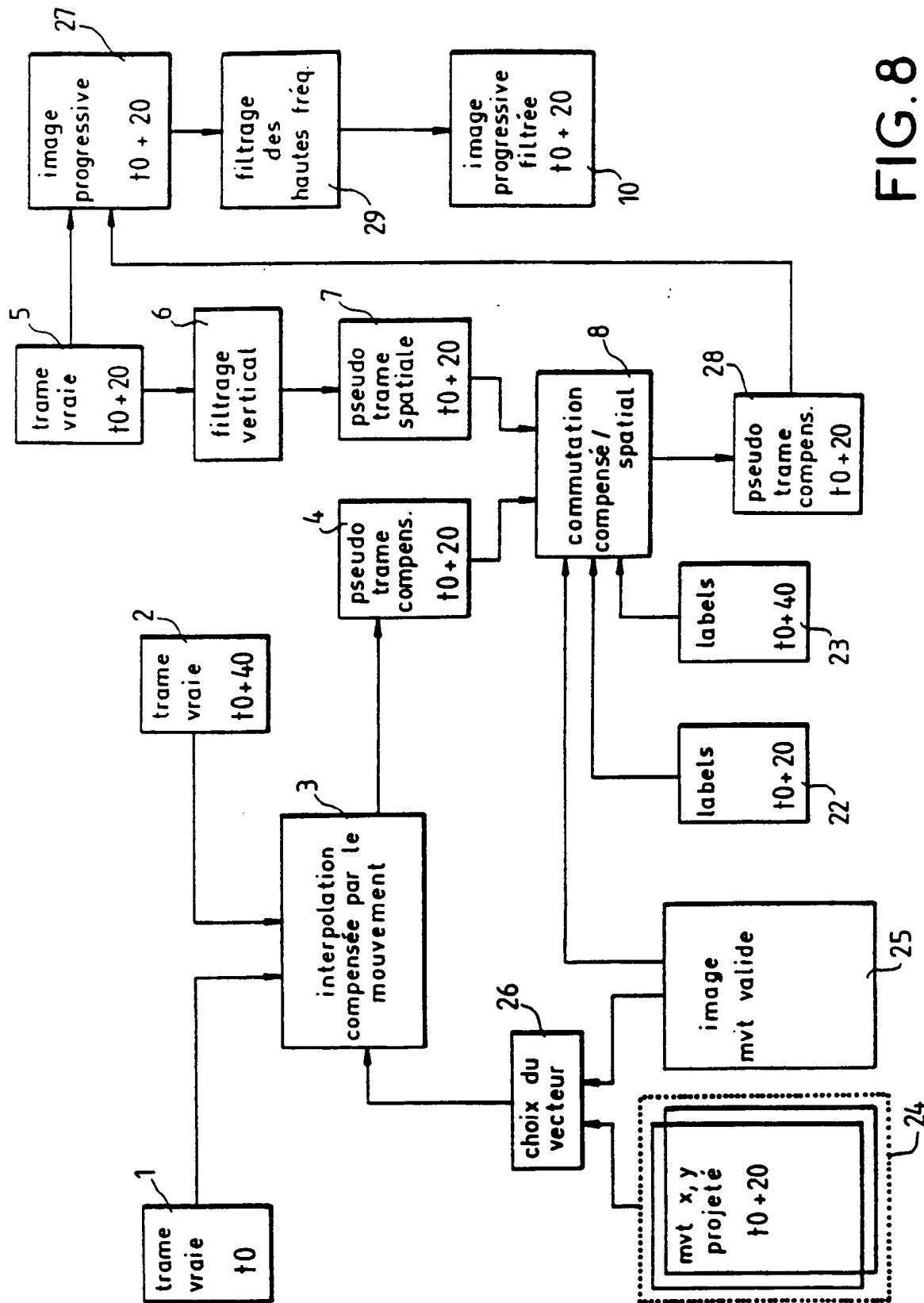


FIG. 8

9/9

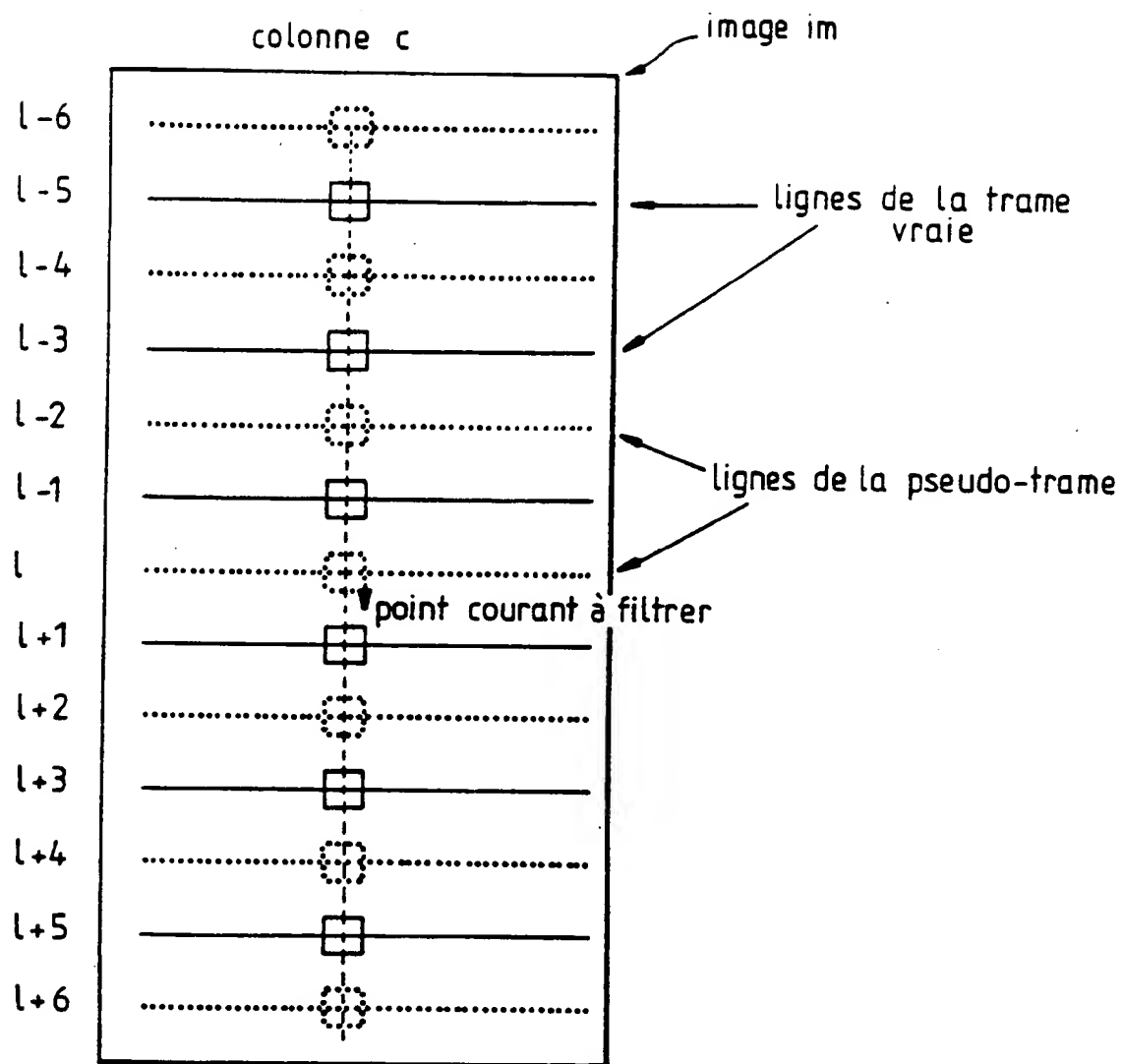


FIG.9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No

PCT/FR 93/01243

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 5 H04N5/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 5 H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	IEEE TRANSACTIONS ON CONSUMER ELECTRONICS vol. 38, no. 3 , August 1992 , NEW YORK US pages 145 - 149 KWON ET AL. 'A Motion-Adaptive De-Interlacing Method' see the whole document --- -/--	1,2



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 March 1994

Date of mailing of the international search report

17.03.94

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Berwitz, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.

PCT/FR 93/01243

C (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	BBC RESEARCH DEPARTMENT REPORT no. 11, September 1987, TADWORTH GB pages 1 - 20	1,2
A	THOMAS 'Television Motion Measurement for DATV and Other Applications' see page 12, right column, line 14 - page 13, left column, line 42 see page 14, right column, line 27 - page 15, left column, line 12 see page 16, left column, line 9 - right column, line 9 see page 17, right column, line 14 - line 32 ---	3
A	FR,A,2 604 049 (LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE ET DE PHYSIQUE APPLIQUEE) 18 March 1988 see page 2, line 4 - page 3, line 23 ---	1
A	SIGNAL PROCESSING OF HDTV; 29 FEBRUARY-2 MARCH 1988; L'AQUILA, IT pages 393 - 399 FERNANDO ET AL. 'Motion Compensated Display Conversion' see page 394, paragraph 3 - page 398, paragraph 6; figure 2 ---	1,2
A	WO,A,91 20155 (BRITISH BROADCASTING CORPORATION) 26 December 1991 see page 2, line 13 - page 4, line 26 see page 10, line 7 - line 27 ---	1,2
A	COLLOQUE HDTV 90; 25-29 JUIN 1990; OTTAWA, CA pages 3B.3.1 - 3B.3.19 DUBOIS ET AL. 'Review of Techniques for Motion Estimation and Motion Compensation' see page 3B.3.11, paragraph 4.2 ---	1
A	WO,A,92 17983 (THOMSON-CSF) 15 October 1992 cited in the application see abstract ---	1
A	FR,A,2 532 501 (SONY) 2 March 1984 see abstract -----	3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Inter. Application No

PCT/FR 93/01243

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A-2604049	18-03-88	NONE	
WO-A-9120155	26-12-91	EP-A- 0535066 GB-A- 2259625	07-04-93 17-03-93
WO-A-9217983	15-10-92	FR-A- 2675002 EP-A- 0533888	09-10-92 31-03-93
FR-A-2532501	02-03-84	JP-C- 1739685 JP-B- 4020314 JP-A- 59037775 AU-B- 564244 AU-A- 1831683 CA-A- 1210137 DE-A- 3330570 GB-A, B 2127252 NL-A- 8302976 US-A- 4539592	26-02-93 02-04-92 01-03-84 06-08-87 01-03-84 19-08-86 08-03-84 04-04-84 16-03-84 03-09-85

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 5 H04N5/44		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 5 H04N		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	IEEE TRANSACTIONS ON CONSUMER ELECTRONICS vol. 38, no. 3, Août 1992, NEW YORK US pages 145 - 149 KWON ET AL. 'A Motion-Adaptive De-Interlacing Method' voir le document en entier --- -/--	1,2
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "I" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 7 Mars 1994		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 17.03.94
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Berwitz, P

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	BBC RESEARCH DEPARTMENT REPORT no. 11 , Septembre 1987 , TADWORTH GB pages 1 - 20	1,2
A	THOMAS 'Television Motion Measurement for DATV and Other Applications' voir page 12, colonne de droite, ligne 14 - page 13, colonne de gauche, ligne 42 voir page 14, colonne de droite, ligne 27 - page 15, colonne de gauche, ligne 12 voir page 16, colonne de gauche, ligne 9 - colonne de droite, ligne 9 voir page 17, colonne de droite, ligne 14 - ligne 32	3
A	FR,A,2 604 049 (LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE ET DE PHYSIQUE APPLIQUEE) 18 Mars 1988 voir page 2, ligne 4 - page 3, ligne 23	1
A	SIGNAL PROCESSING OF HDTV; 29 FEBRUARY-2 MARCH 1988; L'AQUILA, IT pages 393 - 399 FERNANDO ET AL. 'Motion Compensated Display Conversion' voir page 394, alinéa 3 - page 398, alinéa 6; figure 2	1,2
A	WO,A,91 20155 (BRITISH BROADCASTING CORPORATION) 26 Décembre 1991 voir page 2, ligne 13 - page 4, ligne 26 voir page 10, ligne 7 - ligne 27	1,2
A	COLLOQUE HDTV 90; 25-29 JUIN 1990; OTTAWA, CA pages 3B.3.1 - 3B.3.19 DUBOIS ET AL. 'Review of Techniques for Motion Estimation and Motion Compensation' voir page 3B.3.11, alinéa 4.2	1
A	WO,A,92 17983 (THOMSON-CSF) 15 Octobre 1992 cité dans la demande voir abrégé	1
A	FR,A,2 532 501 (SONY) 2 Mars 1984 voir abrégé	3

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/FR 93/01243

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR-A-2604049	18-03-88	AUCUN	
WO-A-9120155	26-12-91	EP-A- 0535066 GB-A- 2259625	07-04-93 17-03-93
WO-A-9217983	15-10-92	FR-A- 2675002 EP-A- 0533888	09-10-92 31-03-93
FR-A-2532501	02-03-84	JP-C- 1739685 JP-B- 4020314 JP-A- 59037775 AU-B- 564244 AU-A- 1831683 CA-A- 1210137 DE-A- 3330570 GB-A, B 2127252 NL-A- 8302976 US-A- 4539592	26-02-93 02-04-92 01-03-84 06-08-87 01-03-84 19-08-86 08-03-84 04-04-84 16-03-84 03-09-85